



BIG

DATA

电力大数据

基础平台建设与应用实践

ELECTRIC BIG DATA: FUNDAMENTAL PLATFORM CONSTRUCTION AND APPLICATION

王扬 于海涛 张旭 章斌 韩强 编著



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS



BIG

DATA

电力大数据 基础平台建设与应用实践

ELECTRIC BIG DATA: FUNDAMENTAL PLATFORM CONSTRUCTION AND APPLICATION

王扬 于海涛 张旭 章斌 韩强 编著



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

内 容 提 要

本书围绕电力大数据平台的建设与使用,从大数据平台体系架构、基础平台建设与实践、典型业务场景顶层设计和实际业务应用等方面开展论述。

本书共分5章,分别介绍电力大数据发展历程、电力大数据平台基础架构、基于大数据技术的电力信息系统优化与提升、电力大数据典型应用、发展趋势及新技术展望,从研究和实现角度开展描述,既有一定理论深度,又有实际操作借鉴价值。

本书可供电力行业内外从事信息技术的人员参考,也可供高等院校电力相关专业学生学习使用。

图书在版编目(CIP)数据

电力大数据基础平台建设与应用实践 / 王扬等编著. —
北京:中国电力出版社,2016.6

ISBN 978-7-5123-9428-5

I. ①电… II. ①王… III. ①互联网络—应用—电力
系统—信息系统 IV. ①TM7

中国版本图书馆CIP数据核字(2016)第127471号

中国电力出版社出版、发行

(北京市东城区北京站西街19号 100005 <http://www.cepp.sgcc.com.cn>)

航远印刷有限公司印刷

各地新华书店经售

*

2016年6月第一版 2016年6月北京第一次印刷

710毫米×980毫米 16开本 12.5印张 230千字

印数001—500册 定价45.00元

敬告读者

本书封底贴有防伪标签,刮开涂层可查询真伪
本书如有印装质量问题,我社发行部负责退换

版 权 专 有 翻 印 必 究

前言

随着信息通信技术的飞速发展,全世界产生、存储和使用的数据越来越多,增速越来越快。这既对我们组织、存储和分析数据提出了艰巨的挑战,也提供了广阔的发展机遇与空间。通过对海量数据的深层次处理和挖掘,人们可以洞察出看似离散、随机、模糊的数据之间的客观规律与相关联系,为企业生产管理,乃至社会经济运行提供更加智能化的分析和科学决策的支撑。

在电力行业,智能电网发展迅速,电力信息通信技术正以前所未有的广度和深度与电网生产和企业管理快速融合,电力大数据正在不断涌现,决策行为将日益基于数据和分析而做出。在此背景下,国家电网公司提出加快电网调控中心、运营监测(控)中心和供电服务中心“三个中心”建设,对如何利用数据分析等信息通信技术手段为之提供灵活、高效的决策支持提出了迫切需求。

国网天津市电力公司在智能电网和电力数据智能分析等方面走在国家电网公司的前列,已建成中新天津生态城智能电网示范工程项目,并完成国家863计划“智能配用电园区技术集成研究”项目。2015年,根据《国网信通部关于开展信息通信新技术促进信息化基础架构优化试点工作的通知》(信通技术〔2015〕59号)要求,国网天津市电力公司作为试点单位,积极推进大数据相关工作。

本书详细介绍国网天津电力在遵循国网技术架构的基础上,利用“软件开源化、硬件定制化”完成天津大数据平台建设,并在该平台上先期开展营销、财务、调度、PMS等系统相关业务的深化应用,同时利用大数据相关技术完成用电信息采集系统的优化提升,海量历史准实时数据平台与大数据平台的无缝融合。

本书的出版得到国网天津市电力公司科技项目“电力大数据分析及可视化关键技术研究与应用(项目编号: KJ-15-1-35)”的资助。

国网天津市电力公司科技信通部、国网天津信通公司、国网信息通信产业集团、天津三源电力集团有限公司等单位的技术人员对本书提供了大量的资料并提出了宝贵的建议。在此谨向以上单位和技术人员表示衷心的感谢。由于水平有限，书中难免存在不足和疏漏之处，望读者批评指正。

编 者
2016 年 4 月

目 录

前言

第一章 电力大数据发展历程	1
第一节 电力行业信息化建设情况	1
第二节 国内外、行业间大数据技术演进路线	3
第三节 电力大数据发展的意义	8
第二章 电力大数据平台基础架构	13
第一节 电力大数据平台简介	13
第二节 电力大数据平台架构的设计与实现	18
第三节 电力大数据平台的部署及应用	41
第三章 基于大数据技术的电力信息系统优化与提升	78
第一节 海量历史准实时数据资源管理平台与大数据平台融合的 技术实现	78
第二节 基于大数据技术的用电信息采集系统优化提升	103
第四章 电力大数据的典型应用	130
第一节 概述	130
第二节 智慧城市综合能源信息服务平台	131
第三节 电力大数据视角下的区域工商业经济发展	145
第四节 企业内部财务资金流数据分析	152
第五节 物资库存物料动态特征分析	158
第六节 中新天津生态城智能配用电数据分析与可视化	170
第七节 基于客户负荷特性分析的合理用电研究与应用	174
第八节 防窃电预警分析	181
第五章 电力大数据发展趋势及新技术展望	187
参考文献	191

电力大数据发展历程

第一节 电力行业信息化建设情况

近年来,我国电力企业陆续开展了信息化体系建设,以国家电网公司(简称公司)为例,始于“十一五”的信息化 SG186^①及 SG-ERP^②信息化工程全面推进了信息技术与电力工业的融合发展,助力企业各项业务和信息资源的深度整合,实现了业务应用的广泛集成,推进了业务流、信息流、数据流的“三流”合一,实现了数据共享和业务融合。“十二五”末,我国电力企业在信息化覆盖面、业务集成度、决策智能化、安全性、互动性、可视化等方面取得了显著成果,全面支撑了“人、财、物”集约化、资产全寿命周期管理等工作。同时,电力企业数据中心近年来积累了大量的数据资源,具备了良好的行业数据基础,初步实现了企业级数据资源的收集整合及共享利用。

电力行业信息化体系的建设,在生产调度、运行监控等关键领域基本实现了准实时数据采集及分析预测,但是这些事后处理型的数据应用,难以发挥数据的全部价值,无法给相关业务能力带来更高层次的提升,而基于大数据分析的数据挖掘技术,可从根本上改进数据处理的速度,实现对海量业务数据的实时采集、计算、分析和预测,能够充分挖掘实时数据的价值,推动相关领域的业务管理水平达到新的高度。以国家电网公司运行监测监控系统为例,目前,该系统通过对离线数据进行分析,实现事后报警。基于大数据技术实现的在线分析处理和实时告警,将进一步通过在线挖掘提高事前预测预警的工作效率。

与此同时,电力行业相关数据量急剧增长、数据类型多样、伴随着业务应用的深化创新,电力信息化对数据存储、处理、价值挖掘提出了更高要求。尤其是随着智能电网的发展,我国已经安装了近4亿只智能电表,它们广泛应用于第一、二、三产业等各种实体经济的生产活动,以及人们的日常生活中。它们可以每15

① SG186 中的“1”是一体化企业级信息集成平台,“8”是财务(资金)管理、营销管理、安全生产管理、协同办公管理、人力资源管理、物资管理、项目管理、综合管理八大业务应用,“6”是信息化安全防护体系、标准规范体系、管理调控体系、评价考核体系、技术研究体系和人才队伍体系。

② SG-ERP 为国家电网公司企业级资源管理系统。

分钟实时记录经济实体的生产运营过程及运行轨迹，提供了经济活动分析的最基础及详实的实时或准实时数据。而电力经济学又为我们提供了挖掘这些电力大数据的理论、方法、模型及工具，这也是透过电力看经济的依据。

国家电网公司根据信息通信技术支撑智能电网建设要求，规划并设计了大数据平台支撑电网信息化建设思路。通过引入大数据平台，优化数据整合、数据存储、数据计算、数据分析、数据服务能力，支撑业务应用建设。同时，大数据平台的引入，并非直接替代现有数据中心如海量平台，承担历史/准实时数据的存储、整合、分析和计算。大数据技术与电网业务的结合，需考虑时序数据的特性，进行适应性改造，以满足时序数据的存储处理，同时保证上层应用的连续性。

“十二五”期间，我国省一级供电企业，普遍建设完成的电力数据中心包括结构化数据中心、非结构化数据中心、电网空间数据平台和海量准实时数据中心，并通过持续扩展平台应用接入范围、提高平台数据应用水平，实现了数据中心对数据的统一管理和应用，促进了数据管理水平的提升。

(1) 结构化数据中心。“十二五”期间，我国省级供电企业不断开展结构化数据中心优化提升工作，进一步实现数据的横向和纵向共享，为营销、财务、人资、用电采集等 20 多类业务系统数据共享提供支撑，并为运营监测（控）中心提供日益强大的数据查询与分析功能。在原有数据模型基础之上，根据人员信息共享、营配集成、财务与业务融合等 14 条业务主线的需求（包含设备台账信息、两票信息、采购订单、项目信息等 1045 个共享集成点以及 SG-CIM 模型的扩展或完善），开展了国家电网公司公共数据模型（SG-CIM）深化完善（SG-CIM2.0 版应用）工作，建立了公司统一业务数据模型，完成了全业务统一视图，解决了公司数据孤岛等数据共享方面的问题，为企业级系统分析应用提供唯一数据来源，进一步提升了数据价值，基本建成了以“管理执行→分析决策→优化的管理执行”为模式的闭环管理流程。

(2) 非结构化数据中心。电力行业非结构化数据管理平台的推广实施始于 2012 年，截至 2015 年省级供电公司非结构化数据中心实现了各业务系统非结构化数据的统一存储、管理和应用。到目前为止已实现了网络大学、档案管理、干部管理信息系统、运营监测（控）工作平台、安监管理系统、经法系统、计量调度平台、基建管理、应急管理系统、电子文件管理系统、电网 GIS 平台、财务管控、电力交易等 20 多个应用系统接入非结构化数据中心，满足了各项业务对非结构化数据的应用需求，实现了对非结构化数据归集、分类、版本服务等全生命周期的闭环管理，形成企业非结构化数据的统一规范，有利于各业务系统对数据的利用、降低业务系统复杂度，为企业决策提供了有力支持。

(3) 海量准实时数据中心。电力行业海量准实时数据中心主要由海迅实时数

据库、Oracle 关系数据库和前台应用等部分组成。海量准实时数据中心完成了实时数据接入、实时数据处理、元数据管理等八大应用模块的建设工作，并已基本完成与统一车辆管理平台、输变电设备状态监测系统、调度 D5000 系统、用电信息采集系统数据的接入工作，全国电力行业实时数据库存储历史数据和实时数据共存储了超过 6 亿个测点，支撑了配网自动化、低压配网在线监测分析及运营监测（控）中心建设等电网运行重点工程。

（4）电网空间数据平台。电网空间数据平台已实现电网资源图形管理、电网空间信息服务、典型应用框架和平台管理工具等模块功能的实用化推广，各基层单位已完全掌握电网空间数据平台的使用方法。电网空间数据平台已完成与生产、营销、规划、建设、调度、物资、通信、应急等各业务间实时数据、静态数据、图形数据的交互，消除了传统意义上的信息孤岛，促进了各业务系统的融合，为智能电网建设提供了完善的图形服务支撑，全面提高了电网空间数据平台实用水平。

第二节 国内外、行业间大数据技术演进路线

一、大数据产生的背景与意义

20 世纪 60 年代到 80 年代早期，企业在大型机上部署财务、银行等关键应用系统，存储介质包括磁盘、磁带、光盘等。尽管当时人们称其为大数据，但以今日的数据量来看，这些数据无疑是非常有限的。随着 PC 的出现和应用增多，企业内部出现了很多以公文为主要形式的数据，包括 Word、Excel 文档，以及后来出现的图片、图像、影像和音频等。此时企业内部生产数据的已不仅是企业的财务人员，还包括大量的办公人员，这极大地促进了数据量的增长。互联网的兴起则促成了数据量的第三次大规模增长，在互联网的时代，几乎全民都在制造数据。而与此同时，数据的形式也极其丰富，既有社交网络、多媒体等应用所主动产生的数据，也有搜索引擎、网页浏览等被动行为过程中被记录、搜集的数据。时至今日，随着移动互联网、物联网、云计算应用的进一步丰富，数据已呈指数级的增长，企业所处理的数据已经达到 PB 级，而全球每年所产生的数据量更是到了惊人的 ZB 级。在数据的这种爆炸式增长的背景下，“大数据”的概念逐渐在科技界、学术界、产业界引起热议。在大数据时代，我们分析的数据因为“大”，摆脱了传统对随机采样的依赖，而是面对全体数据；因为所有信息都是“数”，可以不再纠结具体数据的精确度，而是坦然面对信息的混杂；信息之“大”之“杂”，让我们分析的“据”也由传统的因果关系变为相关关系。

大数据热潮的掀起让中国期待“弯道超越”的机会，创造中国 IT 企业从在红

海领域苦苦挣扎转向在蓝海领域奋起直追的战略机遇。传统 IT 行业对于底层设备、基础技术的要求非常高，企业在起点落后的情况下始终疲于追赶。每当企业在耗费大量人力、物力、财力取得技术突破时，IT 革命早已将核心设备或元件推进至下一阶段。这种一步落后、处处受制于人的状态在大数据时代有望得到改变。大数据对于硬件基础设施的要求相对较低，不会受困于基础设备核心元件的相对落后。与在传统数据库操作层面的技术差距相比，大数据分析应用的中外技术差距要小得多。而且，美国等传统 IT 强国的大数据战略也都处于“摸着石头过河”的试错阶段。中国市场的规模之大也为这一产业发展提供了大空间、大平台。大数据对于中国企业不仅仅是信息技术的更新，更是企业发展战略的变革。随着对大数据的获取、处理、管理等各个角度研究的开展，企业逐渐认识数据已经逐渐演变成“数据资产”。任何硬件、软件及服务都会随着技术发展和需求变化逐渐被淘汰，只有数据才具有长期可用性，值得积累。数据是企业的核心资产，可以是也应该是独立于软硬件系统及应用需求而存在的。大数据是信息技术演化的最新产物，确立了数据这一信息技术元素的独立地位。正因为数据不再是软硬件及应用的附属产物，才有了今天爆炸式的数据增长，从而奠定了大数据的基础。为了充分利用数据资产，大数据产业也呼之欲出。大数据时代来临，使商业智能、信息安全和云计算具有更大潜力。大数据产业链按产品形态分为硬件、基础软件和应用软件三大类型，商业智能、信息安全和云计算三大领域。就国内而言，商业智能市场已步入成长期，预计未来 3 年复合年均增长率（CAGR）为 35%，“十二五”期间潜在产值将超 300 亿元；信息安全预计未来 3 年 CAGR 有望保持 35%~40% 的快速增长，“十二五”期间潜在产值将超 4000 亿元；云计算刚进入成长期，预计未来 5 年 CAGR 将超 50%，2015 年产业规模预计将达 1 万亿元。大数据处理的基础设施数据仓库、以物联网为代表的收集环节、实时性强的在线数据分析工具，以及数据可视化的产品呈现，数据挖掘的应用在营销、销售、人力资源、电子商务等各个商业领域广泛开展，大数据为个性化营销和精准化推荐提供了充足的养分和可持续发展的沃土。同时大数据研究会给企业管理变革带来巨大冲击。对现代企业的管理运作理念、组织业务流程、市场营销决策以及消费者行为模式等产生巨大影响，使得企业商务管理决策越来越依赖于数据分析而非经验甚至直觉。大数据将催生由信息驱动的商业模式，在企业的价值链中发挥中间作用，通过商业交易创建极具价值的“排出数据”；数据驱动的决策制定，利用可控实验，企业能够验证假设、分析结果以指导投资决策及运作改变；利用大数据进一步提高算法和机器分析的作用，避免成本高昂的人工干预，节约成本，提高效益。

二、国内外研究进展

目前，电力大数据理念尚处于逐步发展过程。从国外主要实践案例来看，已

初步形成了三类应用模式。

1. 以电力为中心的能源数据综合服务平台

该模式通过建立一个分析与应用平台，集成能源供给、消费、相关技术的各类数据，为包括政府、企业、学校、居民等不同类型参与方提供大数据分析和信息服务。该模式中，电网企业具有资金、技术、数据资源等方面优势，具备成为综合服务平台提供方的条件。典型案例是美国德克萨斯州奥斯丁市实施的以电力为核心的智慧城市项目（见图 1-1）。该项目以智能电网设备为基础，采集了包括智能家电、电动汽车、太阳能光伏等类型详细用电数据以及燃气、供水数据，形成一个能源数据的综合服务平台。

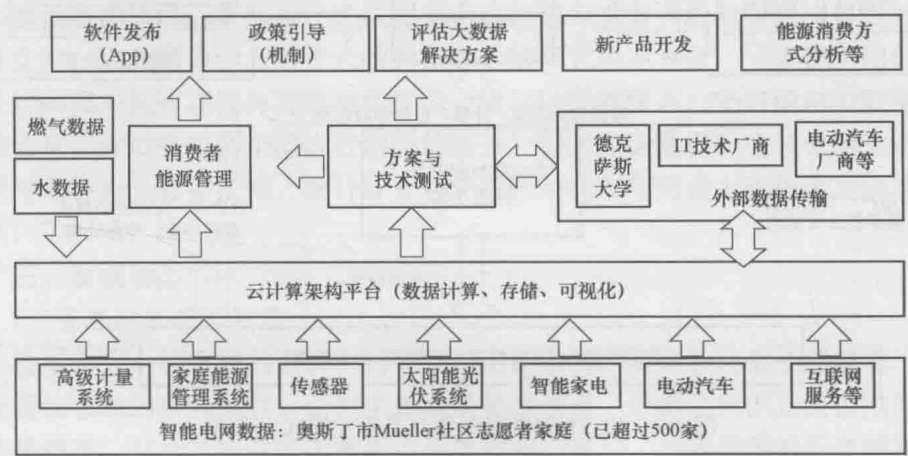


图 1-1 奥斯丁智慧城市项目商业模式示意图

该项目已在节能环保、新技术推广、研发测试等方面发挥了重要的平台服务支撑作用。一是在消费者能源管理方面，为居民能源消费、住宅节能、交通出行等提供优化建议，促进节能环保。例如，识别环保住宅的能耗降低比例可达 27%；对居民太阳能电池板安装朝向进行优化，可使发电量增加 49%。二是为企业提 供电动汽车、智能家电等产品开发与技术测试服务。例如，将电力数据与汽车里程、分时电价、油价数据结合，可提供电动汽车性能分析、充电站布局优化，并根据用户习惯确定最佳充电时间等服务。

2. 为智能化节能产品研发提供支撑

该模式主要将电力大数据、信息通信与工业制造技术结合，通过对能源供给、消费、移动终端等不同数据源的数据进行综合分析，设计开发出节能环保产品，为用户提供付费低、能效高的能源使用与生活方式方案。以智能家居产品为例，该模式既可为居民用户提供节能降费服务以及快捷便利的用户体验，也可对能源

企业尤其是电力企业改善用户侧需求管理、减少发电装机等发挥作用。该模式中，电网企业不一定具备产品研发优势，但利用电力数据采集与分析方面的优势，既可通过与设备制造商合作改进用户需求侧管理，也可通过共同参与研发并在产品销售中获取收益。

该模式的典型案例是美国 NEST 公司研发的智能恒温器产品的商业模式（见图 1-2）。该产品可以通过记录用户的室内温度数据、智能识别用户习惯，并将室温调整到最舒适状态。

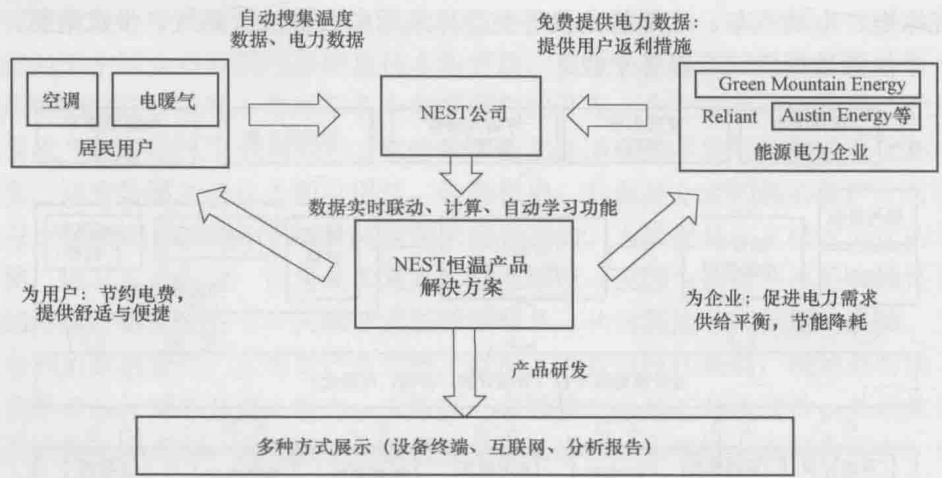


图 1-2 NEST 智能恒温器产品商业模式示意图

产品制造商、电力企业、用户三方形成共赢：作为产品制造商的 NEST 公司免费获得合作企业提供的部分电力数据，借此完善预测算法，并通过多种方式（恒温器设备、互联网、分析报告）展示分析结果；电力企业在智能恒温器支持下，改进需求侧管理，节约发电装机与调峰成本；用户使用产品自动控制房间温度，并节省用电费用。据报道，售价 250 美元的 NEST 恒温器每年可在电费和供热开支方面为家庭节省 173 美元，一年时间已节省了 2.25 亿 kWh 的能量，相当于 2900 万美元费用。

3. 面向电力行业内部的管理决策支撑

电力大数据对能源企业自身同样具有重要价值。通过将能源生产、消费数据与内部智能设备、客户信息、电力运行等数据结合，可充分挖掘客户行为特征，提高能源需求预测准确性，发现电力消费规律，提升企业运营效率效益。对于电网企业，该模式能够提高企业经营决策中所需数据的广度与深度，增强对企业经营发展趋势的洞察力和前瞻性，有效支撑决策管理。

该模式的典型案例是法国电力公司智能电表大数据应用。法国电力在筹建大

数据研究团队初期,选择用户负荷曲线为突破口,将电网运行数据与气象、电力消费数据、用电合同信息等进行实时分析,以更为准确地预测电力需求侧变化,并识别不同客户群的特点,通过优化需求侧管理,改进投资管理与设备检修管理,提升运营效率效益。其中通过优化需求侧管理,使电网日负荷率提高至85%左右,相当于减少发电容量1900万kW。

国外除在大数据的概念上的研究外,重点放在技术研究。美国政府六个部门启动的大数据研究计划中,除了国家科学基金会的研究内容提到要“形成一个包括数学、统计基础和计算机算法的独特学科”外,绝大多数研究项目都是应对大数据带来的技术挑战,重视的是数据工程而不是数据科学,主要考虑大数据分析算法和系统的效率。在国内,大数据尚未直接以专有名词被我国政府提出并给予政策支持。因此国内学者关于大数据概念上的研究并不充分,大多是引用以上定义进行阐释。同时在国内对海量数据这一说法认同度较高,更习惯将大数据称为海量数据,并没有将两个词进行明确的区分。国内在大数据研究领域的重点在大数据与云计算、数据挖掘,并行计算和分布式处理,应用式主要集中在地理信息系统。

三、发展动态

1. 资源的管理与利用

数据作为一种重要的资源,对它价值的挖掘利用具有非常重要的意义,因此一直是该领域的研究重点。研究主要涉及数字处理、数据分析以及数据挖掘,尤其是从海量、复杂、实时的大数据中挖掘知识,可见,对海量数据价值的挖掘、发现和创造价值一直是当前的研究热点。同时为了更好地建设数据资源,对数据的组织和存储显得尤为重要,于是相应地也成为研究热点,如元数据、数据仓库和数据存储等。

2. 信息服务

数据组织和建设的主要目的便是开展服务。相关研究主要涉及地理信息系统、互联网、物联网、遥感、数字城市、商业智能等方面。而物联网一直是重点关注的新产业,对于数字城市及智慧城市的谋划建设更强调数据的价值。此外,统计还发现,中国移动、中国电信以及金融领域更注重从数据分析挖掘中获得智慧价值的利用。

3. 行业调整

适合大数据的分布式存储和计算的平台(Hadoop)迈向商业化,开源软件带来更多相关市场机会,将促使一批新型开放平台的诞生。同时大数据将由网络数据处理走向企业级应用,企业逐渐了解到大数据并不仅仅指处理网络数据,行业对大数据处理的需求也会增加,包括数据流检测和分析。大数据将创造出新的细

分市场。

4. 关键技术

数据的管理和利用离不开技术的支撑,服务质量的提高更离不开技术的保障。近几年的研究主要涉及云计算、Hadoop、MapReduce、并行、分布式、多线程、网格、可视化等技术。尤其是云计算、MapReduce 以及 Hadoop 带来的分布式、并行式算法与海量数据有着密切的关系,而事实上这三者针对的具体目标本来就是大规模的数据。

四、目前存在的主要问题分析

1. 研究方法问题

大数据研究开创了科研的第四范式,与传统的逻辑推理研究不同,大数据研究是对数量巨大的数据做统计性的搜索、比较、聚类 and 分类等分析归纳,因此继承了统计科学的一些特点。统计学关注数据的相关性或称关联性,所谓相关性是指两个或两个以上变量的取值之间存在某种规律性,而不再关注因果关系。因果关系的研究曾经引发了科学体系的建立,近代科学体系获得的成就已经证明,科学是研究因果关系最重要的手段。对于相关性研究是可以替代因果分析的科学新发展还只是因果分析的补充,这是一个大数据学术界讨论比较激烈的问题。

2. 领域融合问题

当前大数据研究的局面是各个学科的科学家人以自己为主处理本领域的海量数据,信息领域的科学家只能起到辅助作用。也就是说,各领域的科学问题还掌握在各学科的科学家人手里,计算机科学家所提炼出的具有共性的大数据科学问题并不多。通过对有关文献统计,目前大数据方面已发表论文多由计算机科学方面的研究机构专家学者撰写,大多立足于信息科学,侧重于大数据的获取、存储、处理、挖掘和信息安全等方面,鲜有从管理学的角度探讨大数据对于现代企业生产管理和商务运营决策等方面带来的变革与冲击的研究,缺乏学科之间的交叉与融合,缺乏既拥有清理和组织大型数据的能力又懂得“商业语言”的数据科学家。

第三节 电力大数据发展的意义

一、发展前景

能源行业是第三次工业革命的引领者,智能电网是“互联网+”的具体体现,“互联网+”必将给电网带来技术应用、服务模式、发展理念等方面的变化。“互联网+能源”意味着互联网与传统电网的结合,借鉴互联网发展电网核心技术,能够加强用户体验感,促进价值共享,打破行业发展边界,提高能源利用效率,实现真正意义上的能源资源共享,构建和谐的能源网络环境。能源互联网将是未

来电网发展的特征。

未来的能源管理是以能源互联网为基础,以“保证区域能源可靠供应,实现区域能源协调供给”为目标,并以电能为支撑,综合冷、热、电、热水等多种分布式能源,构建“源—网—荷”互动的区域型能源互联网络。它能够建立合理的能源分配与节能策略,降低用能开支,保障能源的持续可靠供应,确保终端用能安全,实现区域多种能源协调控制和综合能效管理。

1. 驱动电网企业创新发展

大数据驱动智能电网技术水平提升。随着特高压为主体的大电网快速发展,全程全网的物理信息与时空关联性更加密切,在兼容性、开放性不断提高的同时,电网受到外部因素的影响加大。当前及未来的电网将有两大鲜明的特征,一是网络坚强与容量巨大的平台化,二是接入庞杂与泛在的互联性,这需要新的电网技术思维。

首先对于基于估值的预测和高冗余配置的安全保障以及设备状态的条件判决的方法,可借助大数据进行多因素、高密度、全环节、大规模的数据计算,实现对外部因素与系统状态精准的预测和辨识、对电网运行状态的全局掌控和对系统资源的优化控制,保障大电网整体性运行;其次对于复杂的负荷动态与互动响应,借助于大数据来预测感知,实现调配平衡,柔性接纳和时空优化。

2. 提升运营管理水平

电力系统是实现电能生产、传输、分配和消费瞬时平衡的复杂大系统。智能电网需进一步实现各类新能源、分布式能源、各种储能系统、电动汽车和用户侧系统的接入,并借助信息通信系统对其进行集成,实施高效的管理和运行。风、光、海洋能等新能源发电的发展和电能生产受到国家政策、激励机制、地理环境和天气状况的影响;分布式能源和电动汽车的发展和接入运行、用户侧系统与电网的互动受社会环境、用户心理的影响;随着智能电网的发展,电网的复杂性和不确定性进一步加剧,不同环节的时空关联性更加密切,使电网的发展和运行受外部因素的影响加大。与此同时,社会对电力供应的经济、安全、可靠性和电能质量提出了更高的要求,智能电网中部署的 WAMS 系统、AMI 系统、调度自动化系统、PMS 系统、输变电设备监控系统等为认识电网特性、预测电网发展和可能的运行风险提供了依据。借助大数据技术,对电网运行的实时数据和历史数据进行深层挖掘分析,可掌握电网的发展和运行规律,优化电网规划,实现对电网运行状态的全局掌控和对系统资源的优化控制,提高电网的经济性、安全性和可靠性。基于天气数据、环境数据、输变电设备监控数据,可实现动态定容、提高输电线路利用率,也可提高输变电设备运检效率与运维管理水平;基于 WAMS 数据、调度数据和仿真计算历史数据,分析电网安全稳定性的时空关联特性,建

立电网知识库，在电网出现扰动后，快速预测电网的运行稳定性，并及时采取措施，可有效提高电网的安全稳定性。近来国内发生的天津港口爆炸、湖北的电梯“吃人”等事故，使人们想起了海恩法则。海恩法则针对航空界的飞行安全指出，每一起严重事故的背后，必然有 29 次轻微事故和 300 起未遂先兆以及 1000 起事故隐患。该法则强调了两点：一是事故的发生是量的积累的结果；二是再好的技术，再完美的规章，在实际操作层面，也无法取代人自身的素质和责任心。结合这一法则，通过对实时数据和历史数据的分析，可加强对电力设备、资产的预防性维护管理，并将人和社会等因素纳入进去，优化管理操作流程。

3. 提高用户服务水平

用户端的数据是一个待挖掘的金矿。大数据将各行业的用户、供电服务、发电商、设备厂商融入一个大环境中，促成了电网企业对用户的需求感知，依据数据的分析来进行运行调度、资源配置决策，并基于分析来匹配服务需求。

在智能电网中，用户扮演的角色越来越重要，传统意义上被动的用户正在被主动的“能源生产/消费者”代替。用户系统不仅可对内实现能源的生产和消费管理，并在一定的区域内实现能源交易，还将对外参与需求响应或作为虚拟电站参与调度运行。促进用户与电网的互动是提高大电网灵活性、进而提高其接纳大规模间歇性新能源的有效途径。了解用户用能特性，制定有效的政策和市场机制，是有效激励用户改善能效、参与需求响应、需求调度的途径。根据 AMI 数据（反映用户用能情况、用户分布式发电、储能系统和电动汽车的应用情况，参与电网互动情况），结合用户特征数据（住房、收入和社会心理）和社会环境数据（气候、政策激励等），可分析预测用户的能源生产和消费特征，为电网规划和运行方式安排提供参考；也可促进电力需求侧管理，鼓励和促进用户参与需求响应，实现与用户的高效互动，提高用户侧能效水平，改善用户用电体验，提高用户满意度。

4. 提供政府决策支持

电网作为载体承载着能源与用能两大主体，它关联着诸多因素。今天的能源政策与机制应超出基于因果关系和条件评估的判断，需要以数据为基础、关联分析为依据的决策。如电价，特别是阶梯电价定位，基于综合用能行为数据和生产、生活各因素以及电力生产成本等多因素进行数据分析，才能有效地激活各个要素，实现最佳效果。再如新能源、分布式能源、电动汽车、需求响应等技术的大规模实施，不仅取决于技术成熟度和经济性，还取决于能源政策和各种激励机制是否有效。能源政策和机制是否有效，通常并没有普适性，而是应符合本国的实际、符合精准的感知和预测。

当前我国已开启新一轮的电力改革，一系列配套文件正在逐步出台。这些政策和机制是否有利于智能电网发展，应在政策条例的试行阶段进行分析和检验，

大数据是最有效的手段。此外,电力与经济发展、社会稳定和群众生活密切相关,电力需求变化能够真实、客观地反映国民经济的发展状况与态势。通过分析用户用电数据和新能源发电数据等信息,电网企业可为政府了解全社会各行业发展状况、产业结构布局、预测经济发展走势提供数据支撑,为相关部门在城市规划建设、推广新能源和电动汽车、促进智慧城市发展等方面提供辅助决策。

5. 支撑未来电网发展

国家电网公司站在全球能源发展高度,提出了全球能源互联网发展蓝图,以最大化地开发利用新能源,实现能源资源在全球范围的优化配置。未来电网具有长距离、广范围、泛在智能和共享互联的特点,将发生电网运行机制与商业模式的重构。在庞大而广泛的未来电网中,将呈现电源多样性、遍布性、时移性,负荷移动性、互动性,用能终端大量信息接入,各类管理终端大量介入,要求电网具有柔性和自适应能力,以满足送受端的时空变异和方式的多重复杂。在这种情况下,依靠传统的状态信号指令无法完成决策,需要复杂的负荷预测、分析及实时呈现,需要以大量的、多维的、高密度的数据来支撑预测、预警、机器决策和人工判断。在智能电网向更高阶段发展过程中,地域更加广泛,需基于全球数据实现能源电力大范围平衡来保障电网及其他系统的安全。这就是大数据对电网发展与未来电网目标实现路径的支撑。

二、关键发展要素

1. 顶层设计

电网企业发展大数据,需要具备清晰的战略目标和发展重点,依托全局化的研究思路,统筹谋划大数据关键技术的研发、典型应用的推广以及相关标准规范制定。顶层设计对企业数据管理进行整体统筹,对基础硬件设施和上层软件配置进行长远规划,提前设计数据治理与质量提升的有效方案,以集中有效资源应对未来企业内部和外部数据种类和数据体量的快速性增长,达到全面支持企业内部经营管理,服务电力用户和社会的目的。

2. 数据源

市场化电力大数据的研究和应用已开展近两年的时间,各方对成果寄予期盼,现在的问题已不是技术,而是数据来源。一方面是数据开放程度低,这是企业、政府甚至全社会共同遇到的问题;另一方面是数据质量问题,仅能拿到的数据却难以使用,数据在产生维度、采集密度、统计口径、存储方式、异常辨识等方面存在问题,为数据融合带来很大的技术挑战。也就是说,目前的数据源情况难以支撑全行业的大数据研究。因此,在电力行业层面建立统一数据模型与主数据管理模式,打破行业中存在的数据壁垒,同时培育产生多维数据,在全业务链条间充分实现数据融合共享,对电网企业发展大数据至关重要。